

# Legislação e programas de incentivo para a gestão da procura de energia

**Bruno Amadeu Machado**

CTAC, Universidade do Minho  
a58600@alunos.uminho.pt

**Maria de Fátima Castro**

CTAC, Universidade do Minho  
mf.castro@iol.pt

**Luís Bragança**

CTAC, Universidade do Minho  
braganca@civil.uminho.pt

## RESUMO

*A energia encontra-se atualmente intrinsecamente ligada ao desenvolvimento tecnológico, sendo a fonte de alimentação da maior parte dos sistemas, não se justificando deste modo um crescimento irracional da sua procura e oferta. Na União Europeia, os edifícios são responsáveis por 40% da energia consumida e 36% das emissões de CO<sub>2</sub>. Deste modo, a UE tem vindo a desenvolver políticas e regulamentos para a construção sustentável, de forma a mitigar os impactes ambientais e reduzir as necessidades energéticas desde a fase de conceção até à demolição. O ambiente construído sustentado nos princípios da economia circular, com edifícios concebidos modularmente com materiais não tóxicos e produzindo mais energia do que a que necessitam, devem ser parte integrante das infraestruturas existentes. Assim, a gestão da procura de energia consiste na promoção da redução da procura em períodos de pico e da utilização racional da mesma. Ou seja, pretende-se repensar a sua utilização de acordo com a introdução de tarifas dinâmicas que trazem vantagens económicas e ambientais, sendo que, através de baixos preços de produção, se promove o uso eficiente de energia e conservação da mesma durante os períodos de baixa procura para utilização durante os períodos de pico. Contudo, quando as decisões políticas acarretam implicações sociais, estas necessitam de ser bem articuladas com as tecnologias existentes, explorando o conceito da “internet das coisas” para promoção da mudança de paradigma por parte dos intervenientes. Consequentemente, os edifícios devem correlacionar-se com a rede elétrica de forma a otimizar o conceito das “redes inteligentes” e interagir com os seus ocupantes para uma gestão de recursos eficiente, minimizando desperdícios, promovendo a gestão e procura sustentável ao longo do ciclo de vida. Este artigo, promove uma análise de todos os fatores e implicações por parte dos intervenientes para um desenvolvimento sustentável da utilização eficiente de recursos e energia.*

## INTRODUÇÃO

“O conceito de desenvolvimento sustentável surge sobre o princípio fundamental de promoção de um mundo saudável num futuro onde as necessidades humanas são concebidas em equilíbrio e balanço com a natureza.” (Barreto et al., 2003, pp.1).

Fomentar a inovação no sentido de como os edifícios e os seus intervenientes devem interagir na produção e utilização de energia ao longo de todo o ciclo de vida, repensando a sua totalidade, insere o consumidor final no topo da pirâmide de prioridades, a qual deve contemplar o mercado livre e competitivo da União Europeia (UE), e oferecer mecanismos de cooperação para suportar um eco sistema inovativo que permita atingir os objetivos do Acordo de Paris.

Posto isto, a indústria ecológica aborda o fluxo de materiais e energia resultante das atividades

humanas, promovendo bases para o desenvolvimento de abordagens em ciclos fechados e por conseguinte a redução de impactos ambientais das atividades provenientes da construção. Assim, tornam-se importantes as sugestões de reformas industriais que promovem a reciclagem e a gestão e procura responsáveis, as quais abordam processos disruptivos por intermédio de Organizações não governamentais (ONG's) e associações de consumidores, as quais possibilitam o aumento da responsabilidade dos produtores e a informação aos consumidores (Lazarevic and Valve, 2017). Deste modo, uma completa abordagem de ciclo de vida deve ser suportada por métodos que promovam o balanço entre a performance social, o ambiente construído e o ambiente (Lazarevic et al., 2012).

Assim, a economia circular preconiza o crescimento alternativo e não uma alternativa ao crescimento (Charonis, 2013). Assim, é expectável que minimize os desperdícios e reduza as necessidades de recursos necessários entre 17 e 24% na UE até 2030, segundo a comunicação da Comissão Europeia para o Parlamento Europeu, a qual promove uma economia de zero desperdício (Towards a Circular Economy: A Zero Waste Programme for Europe, 2014). Consequentemente, os métodos dinâmicos devem ser abordados de modo a promover a redução de consumos e a eficiência energética através de mudanças de paradigma dos produtores e consumidores.

## **Gestão da procura de energia e recursos**

### **Procura responsável e integração dos seus intervenientes**

A otimização da integração da procura responsável nos ciclos de distribuição de energia e recursos é essencial para garantir a sustentabilidade, minimizar os desperdícios e reduzir as emissões de carbono, controlando assim os impactos negativos que podem afetar a qualidade da rede elétrica e o aumento do investimento necessário para suportar os períodos de pico, bem como dos custos operacionais. Assim, numa fase prévia de planeamento, devem ser considerados multiobjectivos tendo em conta os fatores técnicos, teóricos, ambientais e económicos das diferentes necessidades de procura ou distribuição, a fim de se estimar numa primeira fase de projeto, com o menor erro possível, a pegada ecológica de todas as diferentes fases do ciclo de vida para que se possam otimizar soluções e processos construtivos.

Alguns aspetos importantes devem ser tidos em conta no planeamento de gestão da procura responsável, pois os seus benefícios e impactos dependem da localização, das infraestruturas e da relação entre a procura nos períodos de pico e a geração e distribuição da energia. Estes processos baseados numa programação não-linear, permitem uma análise estocástica da procura responsável e promovem a transformação e armazenamento de energia, minimizando e reaproveitando os desperdícios em vez de aumentarem a capacidade das infraestruturas (Alarcon-Rodriguez et al., 2010). Por outro lado, a indústria dos combustíveis fósseis posiciona-se numa posição oposta à das energias renováveis e todos os métodos inerentes a estas, tendo como finalidade apenas a exploração do método económico linear que assenta na extração de recursos de energia primária finitos.

Consequentemente, os principais obstáculos que se afiguram à implementação de processos e métodos Demand Side Management (DSM) são o investimento irresponsável e a desinformação na área por parte de todos os intervenientes, o que dificulta a partilha de benefícios e a compreensão de problemas futuros. Deste modo, surge uma maior necessidade de permitir o incentivo para a investigação e trabalhos experimentais em comunidades sustentáveis.

Os governos são o principal meio de promoção da gestão da procura de recursos e energia, uma vez que esta reformula os paradigmas de consumo, otimizando e promovendo a eficiência energética, diminuindo a procura de forma sustentada, promovendo consequentemente uma melhoria do desempenho ambiental, através da redução da utilização de recursos (Strbac, 2008). Através da gestão da procura de recursos e energia a eficiência energética pode melhorar significativamente e atingir as metas ambientais propostas, através do controlo dos consumos energéticos. Ainda assim, existem vários estudos que indicam que os programas necessitam de ser aperfeiçoados para que sejam identificadas explicitamente todas as condições (Bergaentzle et al., 2014).

As infraestruturas são construídas para suprimirem a máxima procura. Contudo existe uma larga

diferença entre a máxima procura e a procura média, a qual consiste em elevados preços de produção e encargos superiores para os consumidores finais, bem como maiores desperdícios. As ferramentas e métodos de gestão da procura de energia permitem assim o ajuste das curvas de consumo promovendo a sustentabilidade e a segurança no abastecimento (Dabur et al., 2012). Uma rede de energia inteligente é, por sua vez, uma automatização dos sistemas elétricos, integrando tecnologias de informação e comunicação com a função de se promover uma gestão eficiente e responsável, a qual origina o incentivo aos consumidores através de tarifas dinâmicas tendo em conta as suas formas e períodos de consumo, motivando projetos que induzam menores consumos de energia sem se comprometer a funcionalidade dos sistemas.

As infraestruturas de comunicação são compostas por sensores e dispositivos inteligentes que viabilizam mecanismos de suporte otimizados. Para suportar as atividades inerentes, estas contribuem assim para a gestão eficiente da procura de energia, permitindo uma avaliação em tempo real dos benefícios e o aumento da flexibilidade por parte de todos os intervenientes. Incentivados pela dinâmica de preços, os consumidores podem procurar e gerir a utilização de energia de forma responsável, explorando ainda o armazenamento de energia, o que facilita a integração de energias renováveis.

Embora todas estas vantagens não possam ser exatamente estimadas, é certo que existem vários benefícios na adoção de ferramentas de gestão de energia e recursos. Posto isto, surge a possibilidade de emergirem políticas disruptivas com a finalidade de modificar os paradigmas de consumo, concebendo mercados mais liberais com a otimização da interconectividade por meio das tecnologias de monitorização.

O conceito de gestão da procura de energia é assim entendido como a introdução do fator humano conectado com a rede e fomenta um caminho mais sustentável para a gestão da rede de abastecimento. Posto isto, existe claramente a necessidade de desenvolvimento de mecanismos que permitam a obtenção prévia de informação para o alcance do equilíbrio do balanço energético sem necessidade de armazenamento. Por sua vez, a disponibilidade de energia proveniente de recursos renováveis está dependente da sua origem e respetiva estação, sendo que isto deve ser tido em conta quando se encoraja os consumidores para o consumo ou armazenamento de energia quando esta provém de recursos renováveis (Thakur and Chakraborty, 2016).

Estima-se que todas as ferramentas de gestão da procura de energia e as suas respetivas estratégias, bem articuladas, possam provocar uma redução de 20% a 40% nas horas de pico de consumo, possibilitando o ajuste das curvas de consumo, facilitando o abastecimento nos períodos de pico através das infraestruturas existentes (Dabur et al., 2012).

## **Armazenamento de energia**

### **Gestão e procura otimizadas promovendo a sustentabilidade e circularidade**

Atualmente, o armazenamento de energia é considerado como um elemento chave nos métodos de abastecimento inovadores. A energia primária, geralmente extraída da natureza, onde cerca de 80% provém de combustíveis fósseis, por sua vez responsáveis pela emissão de gases efeito estufa, estando este identificado como o maior problema ambiental a nível global.

Sendo um facto que não existem sistemas de armazenamento cem por cento eficientes termodinamicamente, sabe-se que a maioria das perdas provém do aquecimento que pode ser obtido por recursos renováveis, sendo que um dos maiores desafios destes, especialmente o sol e o vento, são a sua ocorrência de forma intermitente. Deste modo, o armazenamento de energia destes recursos, torna-os fontes seguras para a flexibilidade dos sistemas, podendo este ser atingido através do armazenamento dos excessos de energia gerada quando os recursos renováveis estão disponíveis para uma utilização posterior quando estes não estão disponíveis. Consequentemente, utilizadores de menor dimensão podem de forma voluntária, optar por não utilizar a rede e tornarem-se produtores, suportando quando necessário os períodos de pico (Aneke and Wang, 2016). Deste modo, existem várias tecnologias que se adaptam a variações momentâneas ou de longo período para atingir o abastecimento necessário quando o sistema linear falha. Assim, existem vários métodos de armazenamento de energia térmica e métodos conscientes

de design que recorrem a mudanças na temperatura dos materiais com os materiais de mudança de fase e armazenamento de calor por mudanças térmicas induzidas na composição química dos materiais (Ibrahim et al., 2007).

O armazenamento de energia contribui para a flexibilidade do planeamento e operacionalidade dos sistemas, mantendo-os estáveis ao longo de todos os períodos de consumo, ajustando qualitativamente a procura, oferta e a gestão do abastecimento (Tan et al., 2012). Consequentemente, existem publicações plausíveis capazes de apelar aos órgãos governamentais para uma ação inovativa e pró-ativa com o âmbito de viabilizar abordagens disruptivas para uma mudança de paradigmas na performance social (Fine and O'Neill, 2010).

## **O PARADIGMA DA EFICIÊNCIA NO SETOR DA CONSTRUÇÃO**

A *World Wildlife Fund* (WWF) no *Living Planet Report* (LPP) menciona que se todo o planeta vivesse como a média europeia, seriam necessários 2,6 planetas para sustentar a procura.

Na União Europeia (UE), os edifícios são responsáveis por 40% da energia total consumida e 36% das emissões de CO<sub>2</sub>, de acordo com a diretiva 2010/31/EU do parlamento europeu relativa à EPBD. Assim sendo, a UE está a desenvolver legislações e programas de incentivo para garantir o desenvolvimento sustentável promovendo a construção sustentável, a fim de se melhorar a performance ambiental dos edifícios ao longo de todo o seu ciclo de vida, viabilizando o design ecológico, fundamentado no conceito de “casa passiva”, incentivando-se assim a utilização de recursos locais e a eficaz orientação das construções. Esta última deve ter em conta o percurso solar incidente, iluminação natural e materiais eficientes e inteligentes, como por exemplo, os bio polímeros com condutividade ou as argamassas térmicas com incorporação de materiais de mudança de fase, isolamentos, fachadas duplas e janelas eficientes e moldáveis em construções pré-fabricadas e modulares que podem ser totalmente recicladas caso sejam concebidas tendo em conta a otimização de todas as fases do ciclo de vida das mesmas (Kylili and Fokaides, 2017).

Neste sentido, o contexto das empresas envolvidas nos processos construtivos durante as diferentes fases de projeto e construção, não é o mais favorável para levar a cabo o desenvolvimento sustentável, maximizando apenas o seu próprio progresso, explorando modelos contínuos de economia linear para se atingir única e exclusivamente benefícios económicos num menor espaço de tempo possível, potenciando um cenário não sustentável para o ambiente construído (Din and Brotas, 2016).

O método de cálculo deve assim ser otimizado desde as fases preliminares de projeto, onde as soluções podem ser exploradas e selecionadas, de forma a se diminuírem os impactes ambientais durante o ciclo de vida da construção (Attia et al., 2012). Assim, existem métodos de avaliação da sustentabilidade de edifícios, que permitem que todos os intervenientes ao longo de ciclo de vida possam otimizar a gestão e procura de recursos, quantificando entradas e a possibilidade de reutilização de matérias primas e recursos energéticos. Por seu lado, o conceito de economia circular, que tem como objetivo promover um método evolutivo de educação tendo em conta todos os intervenientes, apresenta um cenário “win-win”, que beneficia o ambiente ao mesmo tempo que estimula a economia (Lazarevic and Valve, 2017).

Conclui-se assim que, todos os intervenientes no ciclo de vida dos edifícios devem ser educados para o combate às alterações climáticas, promovendo-se assim o conceito de economia circular com ciclos fechados entre recursos, tendo-se perfeita consciência dos benefícios e das implicações que têm de ser consideradas para se atingirem as metas ambientais, para que seja possível sustentar um futuro saudável para as gerações seguintes (Kylili and Fokaides, 2017).

Contudo nos dias de hoje existem variadas tecnologias que podem ser aplicadas para promover a eficiência energética com a contribuição do armazenamento de energia e a incorporação de energias renováveis por intermédio do sol, vento e geotérmica produzida no local, fora do local ou nas proximidades com a gestão de procura otimizada, aumentando a fiabilidade dos sistemas (Karunanithi et al., 2017).

Além disso, seguindo os princípios da circularidade todas elas inseridas numa rede bem articulada entre si, tentando reduzir a procura nos períodos de pico, promovendo a conservação de energia durante os períodos de menor procura para usar ou vender á rede durante os períodos de pico são um bom caminho

para a procura responsável (Strbac, 2008).

Tarifas dinâmicas e combinadas concebidas para um “win-win” cenário devem ser implementadas e fomentadas pelas empresas que prestam o serviço energético, promovendo a monitorização para processar diferentes alternativas para modificar os paradigmas da forma como as empresas de construção otimizam a procura e gestão de recursos e energia.

Com isto, será fácil suprimir a procura com as infraestruturas existentes aplicando ainda assim incentivos ao consumidor e providenciando maior informação, o que aumenta a responsabilidade dos produtores.

A economia circular forma um sistema regenerativo reabilitando o design ecológico e as fases preliminares de projeto, tendo em conta as diferentes fases do ciclo de vida, sustentando a economia de baixo carbono e o desenvolvimento sustentável maximizando os benefícios diminuindo os custos.

Sustentar serviços dinâmicos e interativos permitindo assistência e coordenação temporal, fomentando a aprendizagem e partilha de experiências para promover a redução do erro humano (Bergaentzlé et al., 2014)

O conceito da internet das coisas (*Internet of Things - IoT*) que permite ter biliões de coisas conectadas, explorando os sensores e monitorizando todos os intervenientes ao longo do ciclo de vida explorando todas as vantagens da eficiência de recursos durante cada fase de conceção, permitindo antecipar a necessidade de consumos e análises consistentes em tempo real.

Todos estes paradigmas bem articulados promovem a conexão entre a inteligência artificial com a eficiência de recursos automatizando a procura conectando os utilizadores, as tecnologias e os edifícios entre si (Vermeesan and Friess, 2013).

Consequentemente, a IoT aperfeiçoa o uso das construções concebidas por processos de impressão tridimensionais, o processo de construção pode ser maioritariamente feito no local o que diminui logo a partida a necessidade de transporte de materiais para os locais de trabalhos, reduzindo o ruído para as redondezas, diminuindo a necessidade de recursos e minimizando os desperdícios, a maior parte dos recursos podem ser reutilizados em ciclos fechados por parte de todos os intervenientes no setor da construção promovendo a circularidade e aumentando a eficiência energética reduzindo os impactos ambientais ao mesmo tempo que estimulam o elevado desempenho da performance social (Duballet et al., 2017).

Tudo isto esquematicamente bem articulado otimiza os caminhos da sustentabilidade paralelamente com curtos períodos no retorno de investimento quer para o meio ambiente quer para todos os seus intervenientes (Duballet et al., 2017).

Consequentemente, apenas benefícios monetários não conseguem desenvolver abordagens disruptivas para atingir benefícios ambientais e sociais.

Uma mudança de paradigma promovendo inovação e educação saudável, tudo isto bem articulado contribui para a eficiência de modo a atingir uma economia de zero carbono, caminhando assim para cumprir as metas ambientais da UE (Bragança et al., 2014).

## **POLÍTICAS INTERNACIONAIS E LEGISLAÇÃO DA UNIÃO EUROPEIA**

O setor dos edifícios é um dos que deve dar o exemplo na promoção da eficiência energética, uma vez que, segundo a UE, aos edifícios sobre a alçada da EPBD (*Energy Performance of Buildings Directive*), apenas 2% dos edifícios estão eficazmente concebidos a fim de suprimirem a procura por parte de todos os intervenientes durante o seu ciclo de vida. Assim, aproximadamente 60% dos espaços com necessidades de aquecimento continuam ineficientes e aproximadamente 40% dos envidraçados permanecem com a utilização de vidro simples. De acordo com a diretiva 2012/27/EU do parlamento europeu relativa à eficiência energética EED (*Energy Efficiency Directive*), estas necessidades precisam de ser suprimidas, através da melhoria, não apenas os novos edifícios, mas também a reabilitação de edifícios existentes.

Consequentemente, materiais inteligentes devem ser incluídos nas soluções construtivas da envolvente, assim como devem ser considerados princípios de desenho passivo que se prendem com o

estudo da orientação dos edifícios, aberturas para iluminação e ventilação naturais, incentivando a redução da utilização de recursos e energia elétrica de forma irresponsável, promovendo uma qualidade de ar interior e exterior mais saudável (Rahimpour et al., 2017).

A procura responsável é crucial para se atingir as necessidades energéticas futuras com o mínimo de recursos necessários, diminuindo as capacidades e necessidades de transmissão. Deste modo, o desenho passivo é um conceito que aquando complementado pela tecnologia existente, pode aumentar a flexibilidade da rede elétrica e a racionalização e utilização de recursos (Smale et al., 2017).

Por outro lado, a energia elétrica não pode ser armazenada de forma efetiva, posto isto esta tem de ser distribuída e consumida da forma mais sustentável possível, minimizando os desperdícios. Assim sendo, os métodos de gestão da procura de recursos e energia e o armazenamento de energia são fundamentais na alteração dos paradigmas de consumo (Dabur et al., 2012). Consequentemente, os consumidores precisam de ser parte integrante do processo, para que possam perceber os valores e as condições da aplicação de certas medidas, para melhoria da legislação e fomentação dos programas de incentivo, promovendo um mercado mais livre que permite o cruzamento e partilha de informação e análise de dados (Smale et al., 2017).

Com a rápida evolução das tecnologias e o seu consequente desenvolvimento no setor da construção, medidas otimizadas devem ser adotadas promovendo a eficiência, modularização e capacidade de readaptação e reutilização consoante o ciclo de vida dos edifícios (Lehmann, 2013).

Na fase preliminar de projeto, devem ser contempladas as relações entre os diferentes intervenientes e processos ao longo do ciclo de vida do edifício. Devem ser contempladas a implementação de funcionalidades bem explícitas e articuladas, capazes de se adaptarem a todas as circunstâncias com todos os requisitos declarados e uma análise de todas as fases de custos e impactes durante as diferentes fases do ciclo de vida.

A monitorização contínua e coordenação temporal, promovem a otimização da gestão da procura de recursos e energia de forma sustentável ao longo de todo o ciclo de vida. Assim, todo um conjunto de processos que contribuem para um sistema regenerativo, que repensa todas as necessidades e formas de gestão da procura em busca da sustentabilidade do ambiente construído, deve ser abordado com o intuito de se repensar também o desempenho ao nível social (Bragança et al., 2014).

É ainda necessário ter em consideração que os edifícios necessitam de incorporar diferentes usos e abastecimento de energia ao longo das fases do ciclo de vida, devido aos sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado, processos de manufaturação e manutenção, iluminação e consequente demolição na fase final do ciclo de vida (Munõz et al., 2017). Assim sendo, é necessário projetar uma gestão responsável desde a necessidade de matérias primas, ao processo de construção, manutenção e reparação/renovação e por fim de demolição, tendo em conta os transportes necessários e respetiva reutilização de recursos e desperdícios obtidos (Din and Brotas, 2016). Processos de construção industrializados são cenários passíveis de desenvolvimento sustentável, mas considerando a necessidade de modelação e monitorização repensada e ajustada (Ford et al., 2017).

Aplicando soluções eficientes de monitorização, através da utilização da inteligência artificial com sensores automatizados e conectados em rede, os edifícios e os seus ocupantes beneficiam de uma base de análise de dados que cruza informações, abrindo caminho à coordenação temporal, promovendo equilíbrio entre o ambiente edificado, a natureza e seus partícipes (Georgievski et al., 2017).

### **Programas de incentivo e iniciativas europeias**

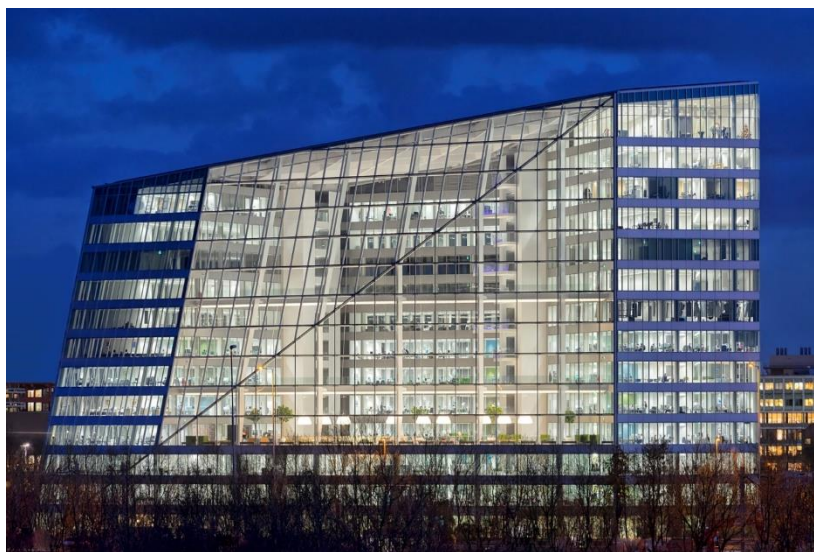
O Horizonte 2020 (H2020) tem especial enfoque sobre os consumidores, edifícios, entidades públicas e indústrias com regulamentações e programas de incentivo. Posto isto, a eficiência energética requerida, força o mercado e as entidades públicas a adotarem formas de remoção de barreiras para com os consumidores, abordando financiamentos com vários intuitos para incentivar políticas de sustentabilidade. Consequentemente, o suporte à transição para um claro, seguro e eficiente sistema de energia, utilização e reutilização de recursos na Europa permite uma produção e abastecimento eficientes, sustentando uma economia competitiva e de baixo carbono e contribuindo para uma melhor saúde social, ambiental e

económica (Polzin et al., 2017).

O principal objetivo é reduzir os consumos energéticos e a pegada ecológica com métodos de baixo custo aplicando tecnologias de baixo consumo ao longo do ciclo de vida, como por exemplo painéis fotovoltaicos, energia eólica, hidroelétricas, energia geotérmica e conservação de energia, utilizando o potencial das energias renováveis para aquecimento e arrefecimento. Contudo, a procura responsável é crucial para se atingirem as metas estipuladas pela UE no setor da energia e recursos com as mínimas necessidades de transmissão para suprimir a procura, contribuindo para um sistema eficiente e seguro (Karunanithi et al., 2017). Assim, é expectável que 35% do orçamento do H2020 seja para suportar tecnologias, ferramentas e métodos seguros e de baixo carbono.

### **The Edge Office Building**

O “*The Edge Office Building*” (Figura 1) é considerado pelo *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM) um dos edifícios mais inteligentes do mundo, tendo-lhe sido atribuída uma pontuação de 98.36% no processo de avaliação que teve em conta os *benchmarks* para novos edifícios.

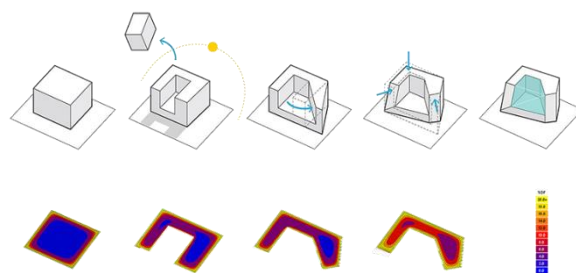


*Figura 1. Edge Office Building (Tilleman, 2014)*

Este é considerado um edifício sustentável, de elevado potencial e com uma abordagem pró-ativa para a gestão do edifício, com monitorização constante que analisa os padrões de consumo energético, possibilitando ajustes periódicos que mantêm o balanço energético e garantem um ambiente construído saudável e confortável (BREEAM, 2017).

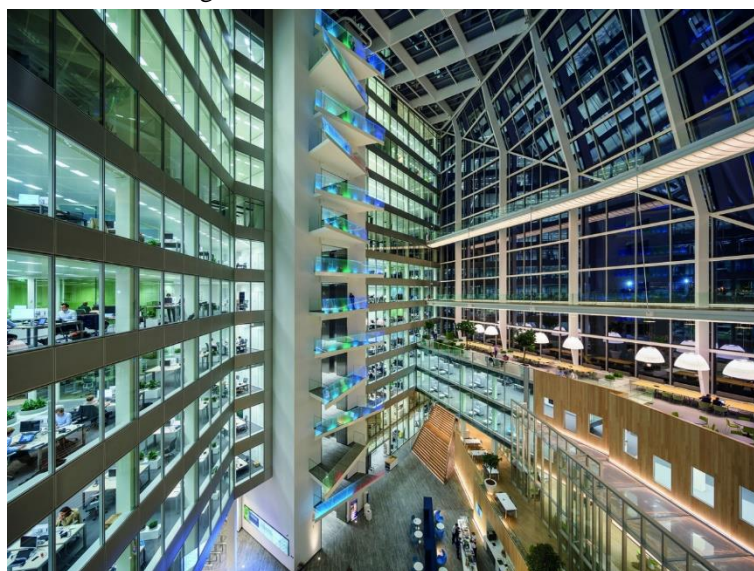
A orientação do edifício foi estudada e definida segundo o percurso solar (Figura 2), criando espaços de trabalho inteligentes e moldáveis e integrando diversas tecnologias de monitorização, como por exemplo na iluminação, onde se mede o movimento e ocupação com sensores e sistemas por intermédio de cabos Ethernet.





*Figura 2. Evolução da geometria do edifício vs. análise do percurso solar (PLP/ARCHITECTURE, 2014)*

Este edifício consegue atingir elevados níveis de sustentabilidade paralelamente a um ambiente de trabalho interativo e moldável (Figura 3). As suas principais vantagens são a promoção de saúde pública, através do aumento da segurança de abastecimento energético e redução da poluição ambiental. Tudo isto, bem articulado com as energias renováveis, permite a exploração de recursos renováveis como o vento, o sol, geotermia e reaproveitamento de águas e biocombustíveis.



*Figura 3. Ambiente interior do Edge Office Building (Tilleman, 2014)*

Os conceitos de gestão da procura responsável de recursos e energia, como o armazenamento energético, são explorados, promovendo a interação dos ocupantes com os sistemas, garantindo-se um abastecimento fiável e eficiente, otimizando o conceito das redes de energia inteligentes. Consequentemente, o armazenamento de energia térmica no subsolo, ao nível freático, gera toda a energia necessária para aquecimento e arrefecimento. Por sua vez, as águas pluviais são coletadas para o uso nas descargas de água e irrigar os espaços verdes. O conceito de criação de uma rede educacional que promova a integração dos utilizadores com o conceito de gestão e procura responsável é também fomentado, sendo que os desperdícios gerados por cada utilizador são monitorizados e taxados por peso, promovendo assim a conservação, reutilização e reciclagem em ciclos fechados. O estacionamento tem dezenas de zonas de carregamento para veículos elétricos e amplos espaços para estacionamento e circulação de bicicletas.

Posto isto, o edifício possibilita a conexão com os seus ocupantes através de uma aplicação para *smartphones*, conseguindo os ocupantes ajustar a temperatura e iluminação necessárias ao seu local de trabalho e encontrar um lugar face às suas intenções de utilização do ambiente interior e também aos locais de estacionamento.

O “*The Edge Office Building*” é um exemplo completo da IoT, requerendo uma abordagem apropriada de gestão de dados, possibilitando a exploração do conceito de informação de “*data mining*”



cruzando informação obtida por monitorização voluntária de todos os utilizadores. Este edifício encontra-se em constante busca de oportunidades para redução da sua pegada ecológica, estabelecendo uma prática de referência a nível global para os ambientes de trabalho, liderando os objetivos europeus para uma Europa descarbonizada e inteligente para 2050, com sistemas de controlo dinâmicos, flexíveis e de automação e programação detalhadas.

## CONCLUSÃO

Um ambiente, sociedade e economia resilientes, com uma gestão da procura responsável e sustentável, promove um abastecimento eficiente e mais adaptado ao constante aumento populacional, criando ecossistemas saudáveis e proporcionando a sustentabilidade do planeta Terra e dos seus recursos naturais. Assim, é essencial fomentar a investigação de métodos dinâmicos e disruptivos que promovam um conjunto de ideias que incentivem a promoção de mudanças voluntárias e sustentáveis por parte de todos os intervenientes no ciclo de vida do ambiente construído, promovendo-se a redução de consumos e a eficiência energética.

Construir caminhos que incrementem a responsabilidade dos produtores, assim como redes educacionais de informação e partilha de experiências entre diversos intervenientes, são a melhor forma de atingir a sustentabilidade do ambiente construído, através da fomentação da economia circular, tornando claros os direitos e deveres humanos urbanos. Deste modo, a promoção da gestão de procura responsável, através de uma assistência técnica e qualificada ao acesso individual, comercial e industrial, é importante para a contínua investigação de abordagens disruptivas no caminho da sustentabilidade.

O desenho passivo dos edifícios, a criação de espaços flexíveis, adaptáveis e inteligentes, através da integração de tecnologias de monitorização, são um dos pontos chave que permitirão otimizar a revisão da EPBD, recém-aprovada com a maioria de votos no parlamento europeu e que tem como objetivo explorar os índices de inteligência de novas construções ou grandes intervenções.

A circularidade entre estes conceitos promove assim, a sustentabilidade de todas as redes de energia, contribuindo para o desenvolvimento de edifícios com emissões nulas e a melhoria de comportamentos sociais e ambientais dos seus intervenientes. Deste modo, conceitos de custo ótimo de ciclo de vida, associados a uma investigação baseada na performance social, promovem a flexibilidade e gestão temporal do regime jurídico para a reabilitação urbana, contribuindo para a resiliência urbana a catástrofes naturais e alterações climáticas.

## REFERÊNCIAS

- Alarcon-Rodriguez, A., Ault, G., Galloway, S. 2010. Multi-objective planning of distributed energy resources: A review of the state-of-the-art, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14: 1353-1366.
- Aneke, M., Wang, M. 2016. Energy storage technologies and real life applications – A state of the art review, *Applied Energy*, 179: 350-377.
- Attia, S., Gratia, E., De Hende, A., Hensen, J. 2012. Simulation-based decision support tool for early stages of zero-energy building design, *Energy Build*, 49: 2-15.
- Barreto, L., Makihiro, A., Riahi, K. 2003. The hydrogen economy in the 21st century: a sustainable development scenario, *International Journal of Hydrogen Energy*, 28: 267-284.
- Bergaentzle, C., Clastres, C., Khalfallah, H. 2014. Demand-side management and European environmental and energy goals: An optimal complementary approach, *Energy Policy*, 67: 858-869.
- Bragança, L., Vieira, S.M., Andrade, J.B. 2014. Early stage design decisions: The way to achieve sustainable buildings at lower costs, *The Scientific World Journal*, 1-8.
- BREEAM 2017. <http://www.breeam.com>. Consultado em <http://www.breeam.com/index.jsp?id=804>
- Charonis, G-K., 2013. Degrowth, steady state economics and the circular economy: three distinct yet increasingly converging alternative discourses to economic growth for achieving environmental sustainability and social equity, *Sustainability – missing points in the development dialogue*, A conference from the World Economics Association.
- Dabur, P., Singh, G., Yadav, N.K. 2012. Electricity Demand Side Management: Various Concept and Prospects, *International Journal of Recent Technology and Engineering*, Volume-1.

- Din, A., Brotas, L. 2016. Exploration of life cycle data calculation: lesson from a Passivhaus case study, *Energy and Buildings*, 82-92.
- Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the Energy Performance of Buildings.
- Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on Energy Efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC.
- Duballet, R., Baverel, O., Dirrenberger, J. 2017. Classification of building systems for concrete 3D printing, *Automation in Construction*, 83: 247-258.
- Fine, G., A., O'Neill, B. 2010. Policy legends and folklists: traditional beliefs in the public sphere, *J. Am. Folk* 123: 150-178.
- Ford, R., Pritoni, M., Sanguinetti, A., Karlin, B. 2017. Categories and functionality of smart home technology for energy management, *Building and environment*, 123: 543-554.
- Georgievski, I., Nguyen, T.A., Nizamic, F., Setz, B., Lazovik, A., Aiello, M. 2017. Planning meets activity recognition: Service coordination for intelligent buildings, *Pervasive and Mobile Computing*, 38: 110-139.
- Karunanithi, K., Saravanan, S., Prabakar, B.R., Kannan, S., Thangaraj, C. 2017. Integration of demand and Supply Side Management strategies in Generation Expansion Planning, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 73: 966-982.
- Kylili, A., Fokaides, P.A. 2017. Policy trends for the sustainability assessment of construction materials: A review, *Sustainable Cities and Society*, 35: 280-288.
- Ibrahim, H., Ilinca, A., Perron, J. 2008 Energy storage systems – characteristics and comparisons, *Renewable and Sustainable Energy Review*, 12: 1221-1250.
- Lazarevic, D., Valve, H. 2017. Narrating expectations for the circular economy: Towards a common and contested European transition, *Energy Research & Social Science*, 31: 60-69.
- Lazarevic, D., Buclet, N., Brandt, N. 2012. The application of life cycle thinking in the context of European waste policy, *Journal of Cleaner Production*, 29-30: 199-207.
- Lehmann, S. 2013. Low carbon construction systems using prefabricated engineered solid wood panels for urban infill to significantly reduce greenhouse gas emissions, *Sustainable Cities and Society*, 6: 57-67.
- Muñoz, P., Morales, P., Letelier, V., Muñoz, L., Mora, D. 2017. Implications of Life Cycle Energy Assessment of a new school building, regarding the nearly Zero Energy Buildings targets in EU: A case of Study, *Sustainable Cities and Society*, 32: 142-152.
- PLP/ARCHITECTURE 2014. Consultado em <http://www.plparchitecture.com/the-edge.html>
- Polzin, F., Sanders, M., Täube, F. 2017. A diverse and resilient financial system for investments in the energy transition, *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 28: 24-32.
- Rahimpour, Z., Facciani, A., Azuatalam, D., Chapman, A., Verbic, G. 2017. Using Thermal inertia of buildings with Phase Change Material for Demand Response, *Energy Procedia*, 121: 102-109.
- Tilleman, R., 2014. <http://www.tilleman.nl>. Consultado em <http://www.plparchitecture.com/images/1024%205001x1000x667.jpg?crc=186716870> e <https://www.archdaily.com/779169/connected-lighting-from-ethernet-to-li-fi-internet/56780221e58ece95db000009-connected-lighting-from-ethernet-to-li-fi-internet-photo>
- Smale, R., Vliet, B.V., Spaargaren, G. 2017. When social practices meet smart grids: Flexibility, grid management, and domestic consumption in The Netherlands, *Energy Research & Social Science*, 34: 132-140.
- Strbac, G. 2008. Demand Side Management: Benefits and challenges, *Energy Policy*, 36: 4419-4426.
- Thakur, J., Chakraborty, B. 2016. Demand side management in developing nations: A mitigating tool for energy imbalance and peak load management, *Energy*, 114: 896-912.
- Tan, X., Li, Q., Wang, H. 2013 Advances and trends of energy storage technology in microgrid. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 44 (1): 179-191.
- Vermesan, O., Friess, P. 2013. Internet of things – Converging Technologies for Smart Environments and Integrated Ecosystems, Aalborg: River Publishers.
- WWF. 2015. WWF input to the public consultation of the circular economy package WWF International, Gland, Switzerland.
- WWF. 2016. Living Planet Report ® 2016. Risk and Resilience in a new era, WWF International, Gland, Switzerland. ISBN: 978-2-940529-40-7
- European Commission. 2014. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: Towards a Circular Economy: A Zero Waste Programme for Europe, Brussels.